

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-242810

(P2000-242810A)

(43) 公開日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 6 T 15/00		G 0 6 F 15/72	4 5 0 A 5 B 0 5 0
17/00		H 0 4 N 7/18	K 5 B 0 8 0
H 0 4 N 7/18		G 0 6 F 15/62	3 5 0 A 5 C 0 5 4

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平11-47950

(22) 出願日 平成11年2月25日(1999.2.25)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 堀口 賞一

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72) 発明者 植本 尚子

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(74) 代理人 100083552

弁理士 秋田 収喜

最終頁に続く

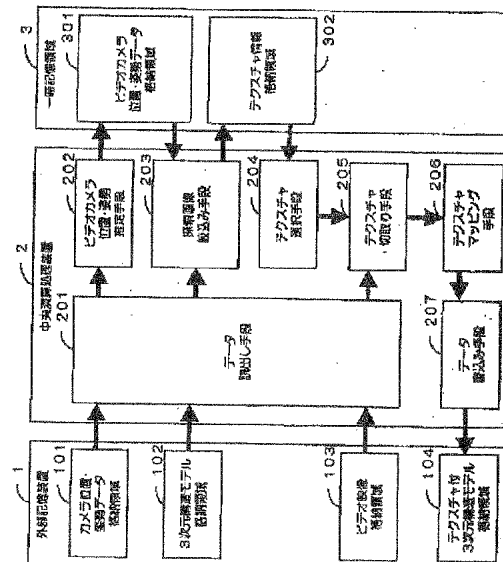
(54) 【発明の名称】 テクスチャマッピング方法及び装置ならびに記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 3次元構造モデルの各ポリゴンに最適なテクスチャを自動的にマッピングする。

【解決手段】 位置情報を有する3次元構造モデルに対して、カメラで撮影した実写画像を自動的にテクスチャマッピングする方法において、実写撮影時のビデオカメラの位置及び姿勢データを読み込み、この読み込まれたデータから実写撮影時のビデオカメラの位置及び姿勢を推定し、前記3次元構造モデルから対象ポリゴンを選択し、この選択された対象ポリゴンとビデオカメラとの相対位置関係から探索するビデオ画像の範囲を絞り込み、この絞り込んだビデオ画像の中から最適なテクスチャが映っているビデオ画像を選択し、この選択したビデオ画像からテクスチャを切り取り、この切り取ったテクスチャを対応するポリゴンに自動的に貼り付ける方法である。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】位置情報を有する 3 次元構造モデルに対して、カメラで撮影した実写画像を自動的にテクスチャマッピングする方法において、実写撮影時のビデオカメラの位置及び姿勢データを読み込み、この読み込まれたデータから実写撮影時のビデオカメラの位置及び姿勢を推定し、前記 3 次元構造モデルから対象ポリゴンを選択し、この選択された対象ポリゴンとビデオカメラとの相対位置関係から探索するビデオ画像の範囲を絞り込み、この絞り込んだビデオ画像の中から最適なテクスチャが映っているビデオ画像を選択し、この選択したビデオ画像からテクスチャを切り取り、この切り取ったテクスチャを対応するポリゴンに自動的に貼り付けることを特徴とするテクスチャマッピング方法。

【請求項 2】請求項 1 に記載のテクスチャマッピング方法において、実写撮影時のビデオカメラの位置及び姿勢を推定する処理手順は、ある一定間隔で推定した高精度のカメラ位置・姿勢データを読み込み、この読み込まれたカメラ位置・姿勢データ間に存在するビデオカメラの画像のフレーム数を算出し、該当するフレームに対応するビデオ画像を撮影したビデオカメラの位置・姿勢情報（ $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ 、 $\kappa$ 、 $\phi$ 、 $\omega$ ）を計算し、この計算された結果の値をビデオ画像情報に格納し、前記一定間隔で推定したカメラ位置・姿勢データの全てに対して前記処理手順が終了するまで繰り返すことを特徴とするテクスチャマッピング方法。

【請求項 3】請求項 1 又は 2 に記載のテクスチャマッピング方法において、3 次元構造モデルとビデオカメラとの相対位置関係から探索するビデオ画像の範囲を絞り込む処理手順は、ビデオカメラの位置・姿勢データを格納したビデオ画像情報からデータを 1 つ読み込み、選出した対象ポリゴンの 1 つの頂点を選択し、前記選択された頂点と撮影点との距離を計算し、該頂点に対応するテクスチャ面の頂点座標を計算し、テクスチャ情報として画像番号、頂点番号、座標、撮影点との距離を格納し、前記処理手順を全ての頂点に対して行い、ビデオ画像内にテクスチャの全部が映っている可能性のある画像とテクスチャの全部もしくは一部しか映っていない画像とを区別し、テクスチャの全部もしくは一部しか映っていない画像をテクスチャ情報から削除し、ビデオ画像内にテクスチャの全部が映っている可能性のある画像に対して、対象ポリゴンの重心から一定距離内に含まれる 1 つのポリゴンを選出し、この選出されたポリゴン内の 1 つの頂点を選出し、この選出された頂点に対応するビデオ画像面上の点の座標を計算し、当該対応点が対象としているテクスチャ面内に含まれているか否かを調べ、対応点がテクスチャ面内にある場合、前記選出した頂点と撮影点との距離  $L_1$  を計算し、対象ポリゴンの重心と撮影点との距離  $L_2$  を計算し、当該両者を比較し、前記距離  $L_1$  が短い場合には、現在、対象としているビデオ画像に関

する情報をテクスチャ情報の中から削除し、全ての頂点に対して前記処理を行い、前記処理を対象ポリゴンの重心から一定距離内の全てのポリゴンに対して処理することを特徴とするテクスチャマッピング方法。

【請求項 4】請求項 1 乃至 3 のうちいずれか 1 項に記載のテクスチャマッピング方法において、前記ビデオ画像選択の処理手順は、テクスチャ情報から 1 つのデータを読み込み、テクスチャ面の面積を計算し、テクスチャ面の重心と主点との距離を計算し、この計算したテクスチャ面の面積及びテクスチャ面の重心と主点との距離とを比較し、当該面積が最大であるビデオ画像、または当該面積が最大であるビデオ画像が複数ある場合は前記距離が最小のビデオ画像を一意に選択することを特徴とするテクスチャマッピング方法。

【請求項 5】位置情報を有する 3 次元構造モデルに対して、カメラで撮影した実写画像を自動的にテクスチャマッピングする方法において、実写撮影時のビデオカメラの位置及び姿勢データを読み込み、この読み込まれたデータから実写撮影時のビデオカメラの位置及び姿勢を推定し、前記 3 次元構造モデルから対象ポリゴンを選択し、この選択された対象ポリゴンとビデオカメラとの相対位置関係から探索するビデオ画像の範囲を絞り込み、この絞り込んだビデオ画像の中から最適なテクスチャが映っているビデオ画像を選択し、この選択したビデオ画像からテクスチャを切り取り、この切り取ったテクスチャを対応するポリゴンに自動的に貼り付ける処理手順を、コンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記録媒体。

【請求項 6】請求項 1 に記載のテクスチャマッピング方法において、実写撮影時のビデオカメラの位置及び姿勢を推定する処理手順は、ある一定間隔で推定した高精度のカメラ位置・姿勢データを読み込み、この読み込まれたカメラ位置・姿勢データ間に存在するビデオカメラの画像のフレーム数を算出し、該当するフレームに対応するビデオ画像を撮影したビデオカメラの位置・姿勢情報（ $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ 、 $\kappa$ 、 $\phi$ 、 $\omega$ ）を計算し、この計算された結果の値をビデオ画像情報に格納し、前記一定間隔で推定したカメラ位置・姿勢データの全てに対して前記処理手順が終了するまで繰り返す処理手順を、コンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記録媒体。

【請求項 7】請求項 1 又は 2 に記載のテクスチャマッピング方法において、3 次元構造モデルとビデオカメラとの相対位置関係から探索するビデオ画像の範囲を絞り込む処理手順は、ビデオカメラの位置・姿勢データを格納したビデオ画像情報からデータを 1 つ読み込み、選出した対象ポリゴンの 1 つの頂点を選択し、前記選択された頂点と撮影点との距離を計算し、該頂点に対応するテクスチャ面の頂点座標を計算し、テクスチャ情報として画像番号、頂点番号、座標、撮影点との距離を格納し、前記処理手順を全ての頂点に対して行い、ビデオ画像内に

テクスチャの全部が映っている可能性のある画像とテクスチャの全部もしくは一部しか映っていない画像とを区別し、テクスチャの全部もしくは一部しか映っていない画像をテクスチャ情報から削除し、ビデオ画像内にテクスチャの全部が映っている可能性のある画像に対して、対象ポリゴンの重心から一定距離内に含まれる1つのポリゴンを選出し、この選出されたポリゴン内の1つの頂点を選出し、この選出された頂点に対応するビデオ画像面上の点の座標を計算し、当該対応点が対象としているテクスチャ面内に含まれているか否かを調べ、対応点がテクスチャ面内にある場合、前記選出した頂点と撮影点との距離 $L_1$ を計算し、対象ポリゴンの重心と撮影点との距離 $L_2$ を計算し、当該両者を比較し、前記距離 $L_1$ が短い場合には、現在、対象としているビデオ画像に関する情報をテクスチャ情報の中から削除し、全ての頂点に対して前記処理を行い、前記処理を対象ポリゴンの重心から一定距離内の全てのポリゴンに対して処理する処理手順を、コンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記録媒体。

【請求項8】請求項1乃至3のうちいずれか1項に記載のテクスチャマッピング方法において、前記テクスチャ選択の処理手順は、テクスチャ情報から1つのデータを読み込み、テクスチャ面の面積を計算し、テクスチャ面の重心と主点との距離を計算し、この計算したテクスチャ面の面積及びテクスチャ面の重心と主点との距離とを比較し、当該面積が最大であるビデオ画像、または当該面積が最大であるビデオ画像が複数ある場合は前記距離が最小のビデオ画像を一意に選択する処理手順を、コンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記録媒体。

【請求項9】一時記憶手段を有する中央演算処理装置と、ビデオカメラで撮影した実写画像が格納されている外部記憶装置とを備え、3次元構造モデルに対して、ビデオカメラで撮影した実写画像を自動的にテクスチャマッピングするテクスチャマッピング装置であって、前記外部記憶装置からビデオカメラで撮影した実写画像から位置・姿勢データを読み出す位置・姿勢データ読み出し手段と、実写撮影時のビデオカメラの位置及び姿勢を推定する位置・姿勢推定手段と、3次元構造モデルとビデオカメラとの相対位置関係から探索ビデオ画像の範囲を絞り込む探索ビデオ画像範囲絞り込み手段と、この探索ビデオ画像範囲絞り込み手段により絞り込んだビデオ画像の中から最適なテクスチャが映っているビデオ画像を選択するビデオ画像選択手段と、このビデオ画像選択手段により選択されたビデオ画像からテクスチャを切り取るテクスチャ切り取り手段と、このテクスチャ切り取り手段により切り取ったテクスチャを対応するポリゴンに自動的に貼り付ける貼り付け手段とを具備することを特徴とするテクスチャマッピング装置。

【請求項10】請求項9に記載のテクスチャマッピング

装置において、高解像度カメラを併設したビデオカメラで撮影した実写画像を外部記憶装置に格納し、高解像度カメラの位置及び姿勢からビデオカメラの位置及び姿勢を取得することを特徴とするテクスチャマッピング装置。

【請求項11】請求項9又は10に記載のテクスチャマッピング装置を、自動車もしくはヘリコプターに搭載し、ビデオカメラで撮影した実写画像を外部記憶装置に格納し、高解像度カメラの位置及び姿勢からビデオカメラの位置及び姿勢を取得することを特徴とするテクスチャマッピング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、3次元仮想空間の構築技術に関し、特に、3次元構造モデルに対して実写画像をテクスチャマッピングする方法及び装置ならびにテクスチャマッピング方法の処理手順をコンピュータが実行可能なプログラムを記録した記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、実写画像を用いて3次元仮想環境を生成する研究が盛んである。我々は都市景観の3次元再現を目指し研究を行っている。都市景観を再現する場合、複雑で数多くの建造物を広範囲にわたり再現する必要があり、これらを効率的に精度良く再現しなければならない。

【0003】従来は、対象とする構造物をカメラで撮影し、コンピュータ・グラフィック・エディタを用いて3次元構造モデルの各ポリゴンに対して、撮影画像から切り取ったテクスチャを熟練者が1枚づつ貼り付けていた。さらに、必要に応じて撮影画像をデジタル化したり、撮影画像の整形、修正、編集を熟練者が実施していた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】テクスチャ点の実写画像をカメラで撮影する作業、撮影画像の中から最適なテクスチャが映っている画像を選択する作業、この選択した画像からテクスチャを切り取り、編集し、3次元構造モデルの各ポリゴンに貼り付ける作業は、いずれも熟練を要すると共に膨大な時間を必要とする問題があった。

【0005】また、1枚1枚カメラで撮影するため、あらゆるカメラの向き、位置から実写画像を取得することは非常に困難な作業であり、取得できないテクスチャも少なくないという問題があった。

【0006】本発明の目的は、3次元構造モデルの各ポリゴンに最適なテクスチャを自動的にマッピングすることが可能な技術を提供することにある。

【0007】本発明の他の目的は、従来のテクスチャ点の実写画像をカメラで撮影する作業、撮影画像の中から最適なテクスチャが映っている画像を選択する作業、この選択した画像からテクスチャを切り取り、編集し、3

10

20

30

40

50

次元構造モデルの各ポリゴンに貼り付ける作業量、及び作業時間を大幅に削減して短縮することが可能な技術を提供することにある。

【0008】本発明の他の目的は、大量の画像の中から一意に最適なテクスチャを容易に取得することが可能な技術を提供することにある。本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面によって明らかになるであろう。

【0009】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、以下のとおりである。

(1) 位置情報を有する3次元構造モデルに対して、カメラで撮影した実写画像を自動的にテクスチャマッピングする方法において、実写撮影時のビデオカメラの位置及び姿勢データを読み込み、この読み込まれたデータから実写撮影時のビデオカメラの位置及び姿勢を推定し、前記3次元構造モデルから対象ポリゴンを選択し、この選択された対象ポリゴンとビデオカメラとの相対位置関係から探索するビデオ画像の範囲を絞り込み、この絞り込んだビデオ画像の中から最適なテクスチャが映っているビデオ画像を選択し、この選択したビデオ画像からテクスチャを切り取り、この切り取ったテクスチャを対応するポリゴンに自動的に貼り付ける方法である。

【0010】(2) 前記(1)のテクスチャマッピング方法において、実写撮影時のビデオカメラの位置及び姿勢を推定する処理手順は、ある一定間隔で推定した高精度のカメラ位置・姿勢データを読み込み、この読み込まれたカメラ位置・姿勢データ間に存在するビデオカメラの画像のフレーム数を算出し、該当するフレームに対応するビデオ画像を撮影したビデオカメラの位置・姿勢情報(X、Y、Z、 $\kappa$ 、 $\phi$ 、 $\omega$ )を計算し、この計算された結果の値をビデオ画像情報に格納し、前記一定間隔で推定したカメラ位置・姿勢データの全てに対して前記処理手順が終了するまで繰り返す方法である。

【0011】(3) 前記(1)又は(2)のテクスチャマッピング方法において、3次元構造モデルとビデオカメラとの相対位置関係から探索するビデオ画像の範囲を絞り込む処理手順は、ビデオカメラの位置・姿勢データを格納したビデオ画像情報からデータを1つ読み込み、選出した対象ポリゴンの1つの頂点を選択し、前記選択された頂点と撮影点との距離を計算し、該頂点に対応するテクスチャ面の頂点座標を計算し、テクスチャ情報として画像番号、頂点番号、座標、撮影点との距離を格納し、前記処理手順を全ての頂点に対して行い、ビデオ画像内にテクスチャの全部が映っている可能性のある画像とテクスチャの全部もしくは一部しか映っていない画像とを区別し、テクスチャの全部もしくは一部しか映っていない画像をテクスチャ情報から削除し、ビデオ画像内にテクスチャの全部が映っている可能性のある画像に対

して、対象ポリゴンの重心から一定距離内に含まれる1つのポリゴンを選出し、この選出ポリゴン内の1つの頂点を選出し、この選出された頂点に対応するビデオ画像面上の点の座標を計算し、当該対応点が対象としているテクスチャ面内に含まれているか否かを調べ、対応点がテクスチャ面内にある場合、前記選出した頂点と撮影点との距離 $L_1$ を計算し、対象ポリゴンの重心と撮影点との距離 $L_2$ を計算し、当該両者を比較し、前記距離 $L_1$ が短い場合には、現在、対象としているビデオ画像に関する情報をテクスチャ情報の中から削除し、全ての頂点に対して前記処理を行い、前記処理を対象ポリゴンの重心から一定距離内の全てのポリゴンに対して処理する方法である。

【0012】(4) 前記(1)乃至(3)のうちいずれか1つのテクスチャマッピング方法において、前記ビデオ画像選択の処理手順は、テクスチャ情報から1つのデータを読み込み、テクスチャ面の面積を計算し、テクスチャ面の重心と主点との距離を計算し、この計算したテクスチャ面の面積及びテクスチャ面の重心と主点との距離とを比較し、当該面積が最大であるビデオ画像、または当該面積が最大であるビデオ画像が複数ある場合は前記距離が最小のビデオ画像を一意に選択する方法である。

【0013】(5) 前記(1)のテクスチャマッピング方法における全処理の手順をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記録媒体である。

(6) 前記(2)のテクスチャマッピング方法における全処理の手順をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記録媒体である。

【0014】(7) 前記(3)のテクスチャマッピング方法における全処理の手順をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記録媒体である。

(8) 前記(4)のテクスチャマッピング方法における全処理の手順をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記録媒体である。

【0015】(9) 一時記憶手段を有する中央演算処理装置と、ビデオカメラで撮影した実写画像が格納されている外部記憶装置とを備え、3次元構造モデルに対して、ビデオカメラで撮影した実写画像を自動的にテクスチャマッピングするテクスチャマッピング装置であって、前記外部記憶装置からビデオカメラで撮影した実写画像から位置・姿勢データを読み出す位置・姿勢データ読み出し手段と、実写撮影時のビデオカメラの位置及び姿勢を推定する位置・姿勢推定手段と、3次元構造モデルとビデオカメラとの相対位置関係から探索ビデオ画像の範囲を絞り込む探索ビデオ画像範囲絞り込み手段と、この探索ビデオ画像範囲絞り込み手段により絞り込んだビデオ画像の中から最適なテクスチャが映っているビデオ画像を選択するビデオ画像選択手段と、このビデオ画像選択手段により選択されたビデオ画像からテクスチャ

を切り取るテクスチャ切り取り手段と、このテクスチャ切り取り手段により切り取ったテクスチャを対応するポリゴンに自動的に貼り付ける貼り付け手段とを具備する装置である。

【0016】(10)前記(9)のテクスチャマッピング装置において、高解像度カメラを併設したビデオカメラで撮影した実写画像を外部記憶装置に格納し、高解像度カメラの位置及び姿勢からビデオカメラの位置及び姿勢を取得する装置である。

(11)前記(9)又は(10)のテクスチャマッピング装置を、自動車もしくはヘリコプターに搭載し、ビデオカメラで撮影した実写画像を外部記憶装置に格納し、高解像度カメラの位置及び姿勢からビデオカメラの位置及び姿勢を取得する装置である。

【0017】以下、本発明について、図面を参照して実施の形態(実施例)とともに詳細に説明する。なお、実施例を説明するための全図において、同一機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略する。

【0018】

【発明の実施の形態】(実施例1)図1は、本発明による実施例1のテクスチャマッピング装置の概略構成を示すブロック構成図である。本実施例1のテクスチャマッピング装置は、位置情報を有する3次元構造モデルに対して、ビデオカメラで撮影した実写画像を自動的にテクスチャマッピングする装置であり、図1に示すように、外部記憶装置1、中央演算処理装置(CPU)2、及び一時記憶領域を有する内部記憶装置3から構成されている。

【0019】前記外部記憶装置1は、カメラ位置・姿勢データ格納領域101、3次元構造モデル格納領域102、ビデオ映像格納領域103、及びテクスチャ付3次元構造モデル格納領域104を有する。

【0020】前記中央演算処理装置2は、前述の領域101、102、103に格納されている各種データを外部記憶装置1から読み出すデータ読み出し手段201、カメラ位置・姿勢データ格納領域101から読み出したカメラ位置・姿勢データに基づいてビデオカメラ撮影時の位置、姿勢を推定するビデオカメラ位置・姿勢推定手段202、3次元構造モデル格納領域102から読み出した3次元構造モデルと、前記ビデオカメラ位置・姿勢推定手段202で推定したビデオカメラ位置・姿勢データとを用いてテクスチャ探索を行うビデオ画像の範囲を絞り込む探索画像絞り込み手段203、この絞り込む探索画像絞り込み手段203により絞り込んだビデオ画像の中から最適なテクスチャを選択するテクスチャ選択手段204、ビデオ映像格納領域103から読み出したビデオ映像から当該テクスチャを切り取るテクスチャ切り取り手段205、3次元構造モデル格納領域102から読み出した3次元構造モデルの各ポリゴンに当該切り取

たテクスチャを貼り付けるテクスチャマッピング手段206、及び当該テクスチャを貼り付けた3次元構造モデルを外部記憶装置1のテクスチャ付3次元構造モデル格納領域104に格納するデータ書き込み手段207を有する。

【0021】前記内部記憶装置3は、ビデオカメラ位置・姿勢推定手段202から得られるデータを格納するビデオカメラ位置姿勢データ格納領域301、探索画像絞り込み手段203から得られるデータを格納するテクスチャ情報格納領域302を有する。

【0022】図2は、本実施例1のビデオカメラの位置・姿勢推定手段202における推定方法の原理を説明するための図である。図3において、A及びBは推定に用いるカメラ位置・姿勢データである。このAデータ及びBデータは、ビデオカメラ位置・姿勢データのサンプリングデータとみなすことができ、本発明では当該データに基づいてビデオカメラ位置・姿勢を推定する。具体的にはAデータとBデータとの間でビデオカメラが線形移動すると仮定し、両者の差分量をフレーム数Nで割った値を変化量として各ビデオカメラの位置及び姿勢を推定する。

【0023】前記Aデータ(Aフレーム)とBデータ(Bフレーム)の間のK(K=1, 2, 3, ..., N)番目のフレームの位置・姿勢情報は数1の式のようになる。

【0024】

【数1】

$$X_K = X_a + K \times \frac{X_b - X_a}{N}$$

$$Y_K = Y_a + K \times \frac{Y_b - Y_a}{N}$$

$$Z_K = Z_a + K \times \frac{Z_b - Z_a}{N}$$

$$\kappa_K = \kappa_a + K \times \frac{\kappa_b - \kappa_a}{N}$$

$$\phi_K = \phi_a + K \times \frac{\phi_b - \phi_a}{N}$$

$$\omega_K = \omega_a + K \times \frac{\omega_b - \omega_a}{N}$$

【0025】図3は、本実施例1の探索画像絞り込み手段203におけるビデオ画像の読み込み方法の原理を説明するための図である。本発明では、目的とするテクスチャの全部もしくは一部しか映っていないビデオ画像(図4(a))、目的とするテクスチャが他のテクスチャに隠れているビデオ画像(図4(c))を、テクスチャ取得のためのビデオ映像から除外することにより、最適テクスチャの探索範囲を絞り込む。

【0026】図4は、本実施例1のテクスチャ選択手段204におけるビデオ画像の選択方法の原理を説明する

ための図である。51はビデオカメラの投影中心すなわら撮影点、52はビデオカメラに映る画像面であるビデオ画像面、53は撮影点51から3次元構造モデルを撮ったビデオ画像面52に映っている面であるテクスチャ面、54はテクスチャ面53の重心、55は撮影点51からの垂線とビデオ画像面52との交点である主点、56は3次元構造モデル内の面である対象ポリゴン、57は3次元構造モデルである。さらに、対象ポリゴン56の各頂点に対応するテクスチャ面53の各頂点を対応点と呼ぶ。

【0027】本実施例1では、テクスチャ面53の面積が最大となる画像を最適なテクスチャを有するビデオ画像とする。さらに、当該面積が等しいテクスチャ面53が複数のビデオ画像にある場合は、当該テクスチャ面53の面積54と主点55との距離が最小になるビデオ画像が最適なテクスチャを有するビデオ画像とする。これは、対象ポリゴン56の重心と主点55とが一致する向きで、テクスチャ面53の面積が最大になる撮影点51から撮影した画像が最適なテクスチャを有することを意味している。

【0028】図5は、本実施例1のテクスチャマッピング装置全体の動作を説明するためのフローチャートである。本実施例1のテクスチャマッピング装置は、図5に示すように、位置・姿勢データの基となるカメラ位置・姿勢データを読み込み（S01）、この読み込まれたカメラ位置・姿勢データからビデオカメラの位置・姿勢を推定する（S02）。次に、3次元構造モデルを読み込み（S03）、この読み込まれた3次元構造モデルの中から1つの対象ポリゴンを選出する（S04）。さらに、この選出された対象ポリゴンに対応するテクスチャが映っていないビデオ画像、一部しか映っていないビデオ画像、他のテクスチャに隠れて全てのテクスチャが映っていないビデオ画像を探索画像から除外することにより探索画像を絞り込み（S05）、この絞り込まれた探索画像の中から最適なテクスチャを有するビデオ画像を選択し（S06）、この選択されたビデオ画像を読み込み（S07）、この読み込まれたビデオ画像から対応ポリゴンに対応するテクスチャを切り取り（S08）、この切り取られたテクスチャを対象ポリゴンに貼り付ける（S09）。

【0029】前記ステップS01～S09までの処理を3次元構造モデル内の全てのポリゴンに対して行い（S10）、前記処理により作成されたテクスチャ付3次元構造モデルを格納する（S09）。

【0030】図6は、本実施例1のビデオカメラ位置・姿勢推定の処理手順を示すフローチャートである。本実施例1のビデオカメラ位置・姿勢推定の処理手順は、図7に示すように、連続するビデオ画像に対してシーケンシャルに振り付けた画像番号と、当該ビデオ画像を撮影したビデオカメラの位置情報（X、Y、Z）及び姿勢情

報（ $\kappa$ 、 $\phi$ 、 $\omega$ ）とを格納する一時記憶領域であるビデオ画像情報を初期化し（S0201）、ある一定間隔で推定した高精度のカメラ位置・姿勢データを読み込み（S0202）、この読み込まれたカメラ位置・姿勢データ間に存在するビデオカメラの画像のフレーム数Nを算出する（S0203）。

【0031】次に、この算出されたフレーム数分のカウントを行うためにカウンターを初期化し（S0204）、該当するフレームに対応するビデオ画像を撮影したビデオカメラの位置・姿勢情報（X、Y、Z、 $\kappa$ 、 $\phi$ 、 $\omega$ ）を計算し（S0205）、この計算された結果の値をビデオ画像情報に格納する（S0206）。前記ステップS0205及びS0206の処理をカウンターにより数えN回繰り返す（S0207）。さらに、一定間隔で推定したカメラ位置・姿勢データの全てに対して前記ステップS0202～S0207の処理が終了するまで繰り返す。

【0032】図7及び図8は、本実施例1の探索画像絞り込み処理の手順を示すフローチャートである。本実施例1の探索画像絞り込み処理は、図7に示すように、連続するビデオ画像に対してシーケンシャルに振り付けた画像番号、該画像番号のビデオ画像に映っているテクスチャの各頂点を区別する頂点番号、該各頂点番号に対応する頂点のビデオ画像面上の座標、及び当該各頂点と撮影点との距離とを格納する一時記憶領域に格納してあるテクスチャ情報を初期化し（S0501）、ビデオカメラの位置・姿勢データを格納したビデオ画像情報からデータを1つ読み込み（S0502）、図5のステップS04で選出した対象ポリゴンの1つの頂点を選択する（S0503）。

【0033】次に、前記選択された頂点と撮影点との距離を計算し（S0504）、当該頂点に対応するテクスチャ面の頂点座標を計算し（S0505）、テクスチャ情報として画像番号、頂点番号、座標、撮影点との距離を格納する（S0506）。前記ステップS0503～S0506の処理を全ての頂点に対して行い（S0507）、その結果、全ての対応点の座標がビデオ画像面内にある場合は、図8のBへ進み、1つでもビデオ画像面内に含まなかった場合には、図8のCへ進む（S0508）。この処理により、ビデオ画像内にテクスチャの全部が映っている可能性のある画像とテクスチャの全部もしくは一部しか映っていない画像とが区別される。

【0034】さらに、ビデオ画像内にテクスチャの全部が映っている可能性のある画像に対して、対象ポリゴンの重心から一定距離内に含まれる1つのポリゴンを選出し（S0509）、この選出されたポリゴン内の1つの頂点を選出し（S0510）、この選出された頂点に対応するビデオ画像面上の点の座標を計算し（S0511）、当該対応点が対象としているテクスチャ面内に含まれているか否かを調べる（S0512）。当該対応点

がテクスチャ面内にある場合、対象とするテクスチャに隠れている可能性があるため、ステップS0510にて選出した頂点と撮影点との距離L1を計算し(S0513)、対象ポリゴンの重心と撮影点との距離L2を計算し(S0514)、当該両者を比較し(S0515)、L1が短い場合には、現在、対象としているポリゴンに関する情報をテクスチャ情報の中から削除する(S0517)。前記ステップS0510～S0515の処理を全ての頂点に対して処理し(S0516)、前記ステップS0509～S0516の処理を対象ポリゴンの重心から一定距離内の全てのポリゴンに対して処理し(S0518)、前記ステップS0502～S0518の処理をビデオ画像情報の全てのデータに対して処理する(S0519)。

【0035】図9は、本実施例1のテクスチャ選択処理手順を示すフローチャートである。前記テクスチャ選択処理手順は、図10に示すように、テクスチャ面の面積の最大値とテクスチャ面内の重心と主点との距離の最小値を格納する変数を初期化し(S0601)、テクスチャ情報から1つのデータを読み込み(S0602)、テクスチャ面の面積を計算し(S0603)、テクスチャ面の重心と主点との距離を計算する(S0604)。

【0036】前記計算されたテクスチャ面の面積及びテクスチャ面の重心と主点との距離とを比較し(S0605～S0607)当該面積が最大の場合、当該面積が最大に等しくかつ当該距離が最小の時に当該面積、当該距離、及びそのときの画像番号を格納する(S0608)。前記ステップS0602～S0608の処理を全てのデータに対して行う(S0609)。

【0037】図10に、一時記憶領域であるビデオカメラ情報の格納項目を示す。本発明において使用するビデオカメラ情報には連続するビデオ画像にシーケンシャルに割り振った画像番号に対して、ビデオカメラ位置情報bx、by、bz、ビデオカメラ姿勢情報 $\kappa$ 、 $\psi$ 、 $\omega$ を格納する。

【0038】図11に、一時記憶領域であるテクスチャ情報の格納項目を示す。本発明において使用するテクスチャ情報には、図10に示したビデオカメラ情報の画像番号に対応する画像番号、当該ビデオ画像内のテクスチャ面の各頂点を示す頂点番号、当該頂点の座標、各頂点と撮影点との距離を格納する。

【0039】以上説明したように、本実施例1によれば、位置情報を有する3次元構造モデルと実写撮影時のビデオカメラの位置情報・姿勢情報とを利用するので、3次元構造モデルの各ポリゴンに最適なテクスチャを自動的にマッピングすることができる。

【0040】また、テクスチャ取得用にビデオ映像を利用するので、従来のカメラ撮影と比較して作業量及び作業時間を大幅に削減、短縮することができる。

【0041】また、大量の画像が取得できるので、従

来、少量の画像からでは取得されなかったテクスチャを容易に取得することができる。

【0042】また、最適なテクスチャが映っている画像を自動的に選択することができる。また、対応するポリゴンに自動的に貼り付けることができる。これらにより、従来のテクスチャマッピング作業と比較して作業量を大幅に削減することができる。

【0043】(実施例2)図12は、本発明による実施例2のカメラ位置・姿勢データ及びビデオ映像を同時に取得するためのビデオカメラ装置の概略構成を示す図である。

【0044】図12に示すように、高解像度カメラ61とGPS(Global Positioning System)からGPS信号63を利用して本発明に必要なカメラ位置・姿勢情報を取得(詳細は特願平10-255338号参照)し、当該取得したカメラ位置・姿勢を利用してビデオカメラ位置・姿勢情報を推定するために高解像度のカメラ61にビデオカメラ62を図12のように併設する。これにより、高解像度のカメラ61を利用して高精度のカメラ位置・姿勢情報を取得することができ、ビデオカメラ62より当該情報を付加したビデオ映像を取得することが可能となる。

【0045】(実施例3)図13は、本発明による実施例3のテクスチャマッピング装置の概略構成を示すブロック構成図であり、63はGPSからのGPS信号である。101Aは高解像度カメラ61のカメラ位置・姿勢データ格納領域である。

【0046】本実施例3は、図13に示すテクスチャマッピング装置を、例えば、ヘリコプター、自動車等に搭載し、GPS信号63と高解像度カメラ61からの高解像度画像を利用して高精度のカメラ61のカメラ位置姿勢データを推定する(詳細は特願平10-255338号参照)。当該推定データおよび位置情報を有する3次元都市構造モデル、空撮ビデオ映像等を外部記憶装置に格納し、当該各データを用いて本実施例3のテクスチャマッピング装置によりテクスチャ付きの3次元都市構築モデルの作成ができる。

【0047】特に、本発明では、空撮ビデオデータを使用する必要はなく、自動車に図14に示した装置を搭載し、自動車搭載のビデオ映像を使用しても同様のテクスチャ付き3次元構造モデルの作成が可能である。さらに、ビデオカメラ62やGPS信号63の高性能化/小型化/軽量化が進むと、人が持ち運びできる図13に示すような装置により、位置情報を有する3次元構造モデルにテクスチャの貼り付けが可能になる。

【0048】以上、本発明を、前記実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は、前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは勿論である。

【0049】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、以下のとおりである。

(1) 位置情報を有する3次元構造モデルと実写撮影時のビデオカメラの位置情報・姿勢情報とを利用するので、3次元構造モデルの各ポリゴンに最適なテクスチャを自動的にマッピングすることができる。

(2) テクスチャ取得用にビデオ映像を利用するので、従来のカメラ撮影と比較して作業量及び作業時間を大幅に削減、短縮することができる。

(3) 大量の画像が取得できるので、従来、少量の画像からでは取得されなかったテクスチャを容易に取得することができる。

(4) 最適なテクスチャが映っている画像を自動的に選択することができ、かつ対応するポリゴンに自動的に貼り付けることができるので、従来のテクスチャマッピング作業と比較して作業量を大幅に削減することができる。。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による実施例1のテクスチャマッピング装置の概略構成を示すブロック構成図である。

【図2】本実施例1におけるビデオカメラの位置・姿勢の推定方法の原理を説明するための図である。

【図3】本実施例1におけるビデオ画像の読み込み方法の原理を説明するための図である。

【図4】本実施例1におけるビデオ画像の選択方法の原理を説明するための図である。

【図5】本実施例1のテクスチャマッピング装置の全体の処理動作を説明するためフローチャートである。

【図6】本実施例1のビデオカメラ位置・姿勢推定の処理手順を示すフローチャートである。

【図7】本実施例1の探索画像絞り込み処理の手順を示す

＊すフローチャートである。

【図8】本実施例1の探索画像絞り込み処理の手順を示すフローチャートである。

【図9】本実施例1のテクスチャ選択処理手順を示すフローチャートである。

【図10】本実施例1の一時記憶領域であるビデオカメラ情報の格納項目を示す図である。

【図11】本実施例1の一時記憶領域であるテクスチャ情報の格納項目を示す。

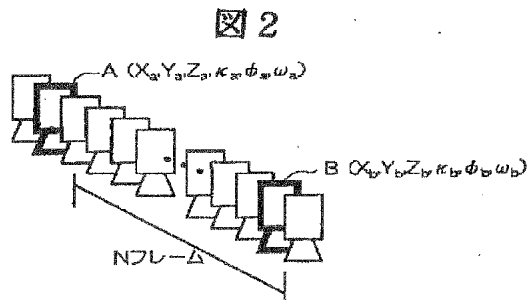
10 【図12】本発明による実施例2のカメラ位置・姿勢データ及びビデオ映像を同時に取得するためのビデオカメラ装置の概略構成を示す図である。

【図13】本発明による実施例3のテクスチャマッピング装置の概略構成を示すブロック構成図である。

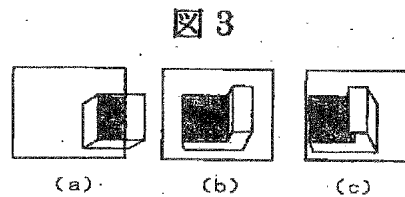
【符号の説明】

1…外部記憶装置、2…中央演算処理装置(CPU)、3…内部記憶装置、101、101A…カメラ位置・姿勢データ格納領域、102…3次元構造モデル格納領域、103…ビデオ映像格納領域、104…テクスチャ付3次元構造モデル格納領域104、201…データ読み出し手段、202…ビデオカメラ位置・姿勢推定手段、203…探索画像絞り込み手段、204…テクスチャ選択手段、205…テクスチャ切り取り手段、206…テクスチャマッピング手段、207…データ書き込み手段、301…ビデオカメラ位置姿勢データ格納領域、302…テクスチャ情報格納領域、51…ビデオカメラの投影中心(撮影点)、52…ビデオ画像面、53…テクスチャ面、54…テクスチャ面の重心、55…主点、56…対象ポリゴン、57…3次元構造モデル、61…高解像度のカメラ、62…ビデオカメラ、63…GPS信号。

【図2】



【図3】



【図10】

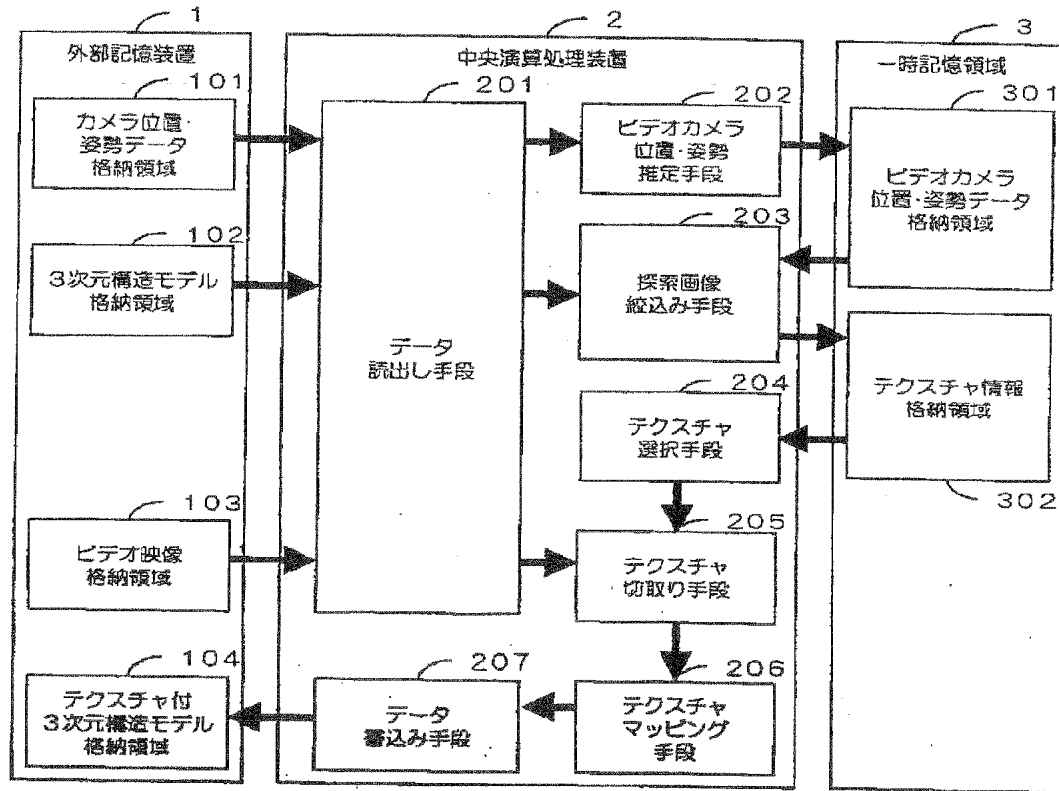
図10

画像番号	ビデオカメラ位置情報			ビデオカメラ姿勢情報		
	bx	by	bz	κ	φ	ω



【図1】

図1



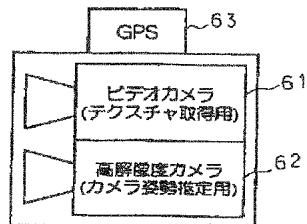
【図11】

図11

画像番号	頂点番号	対応点座標		撮影点との距離
		x	y	

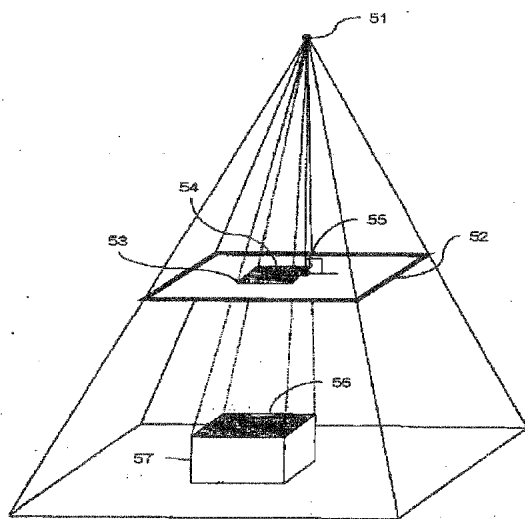
【図12】

図12



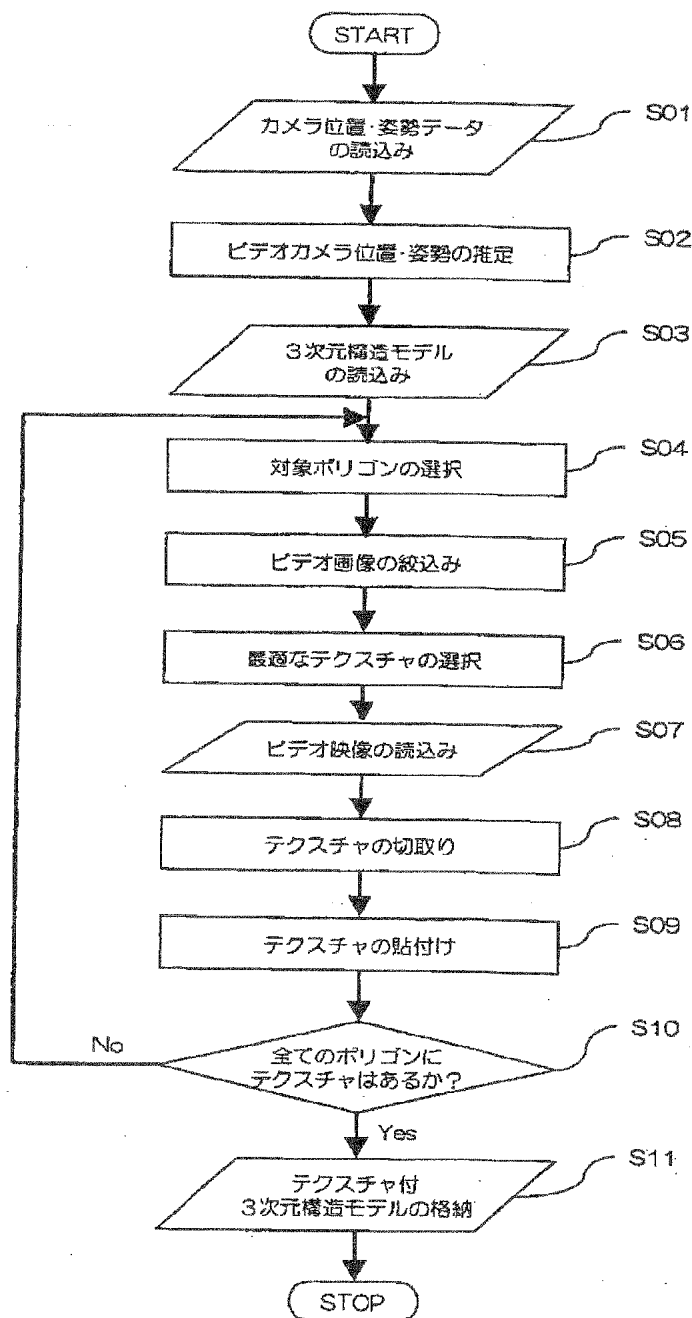
【図4】

図4



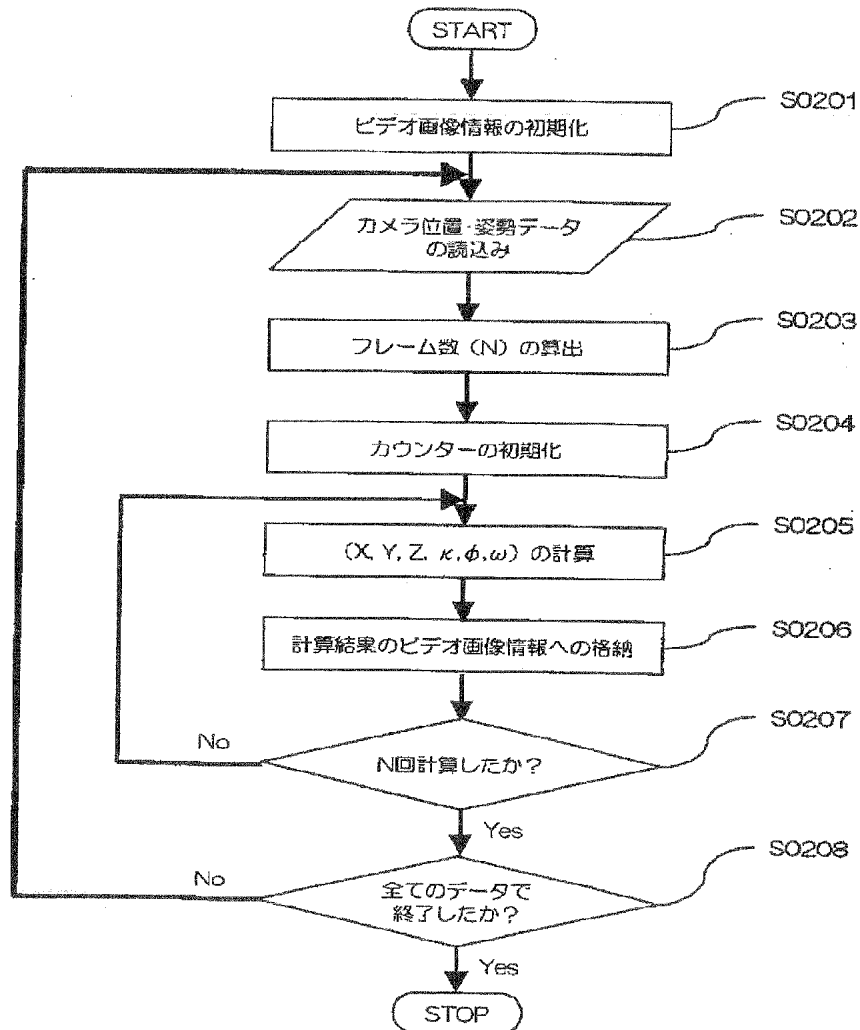
【図5】

## 図5



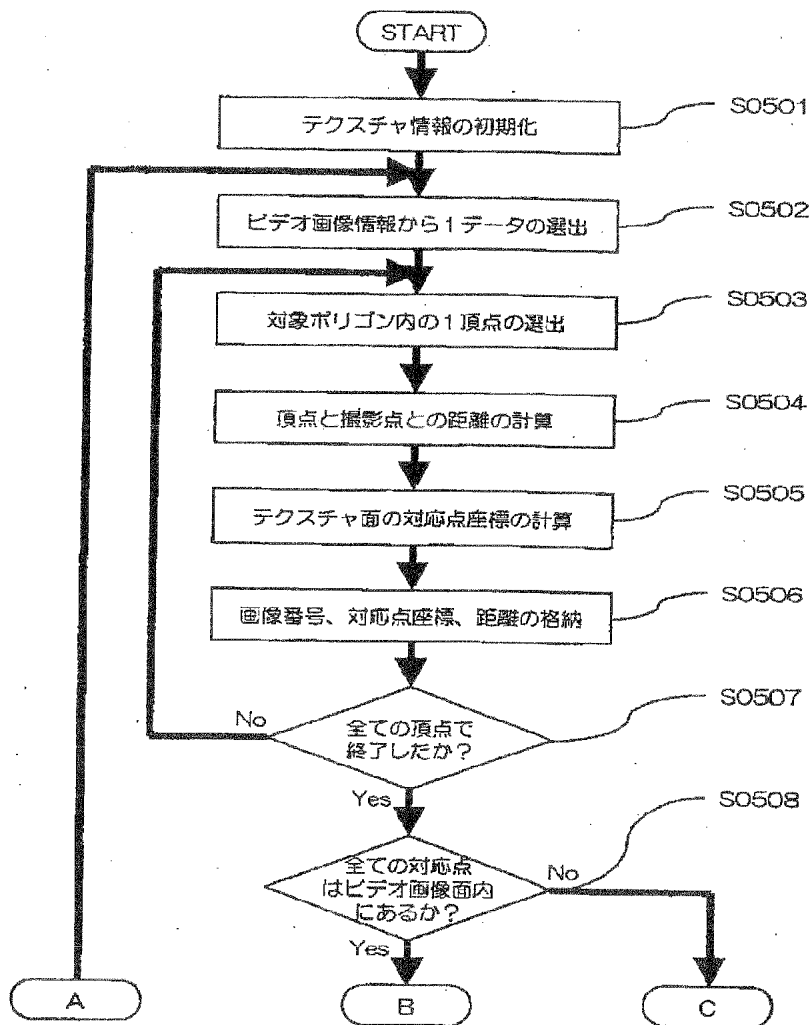
【図6】

図 6

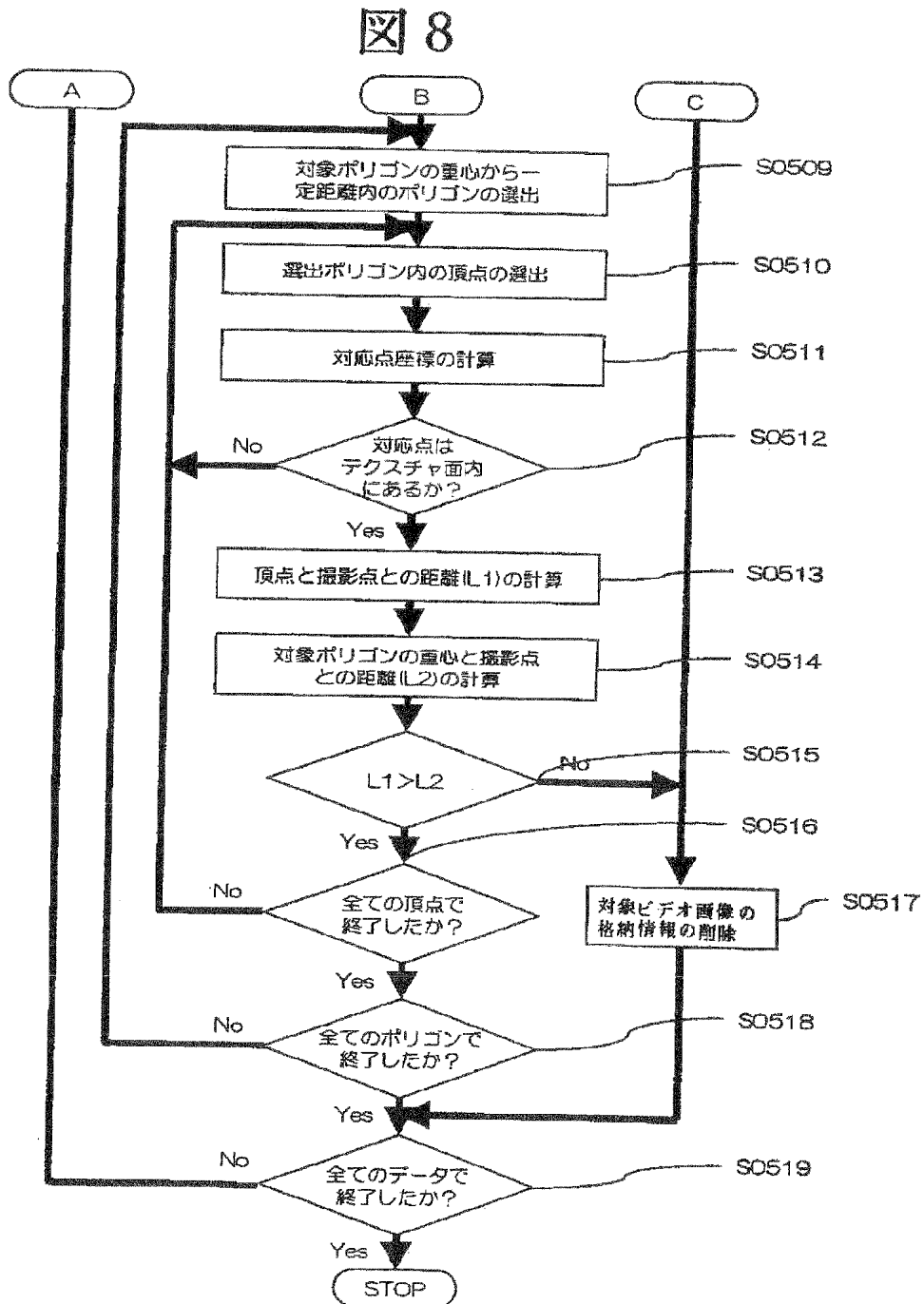


【図7】

図7

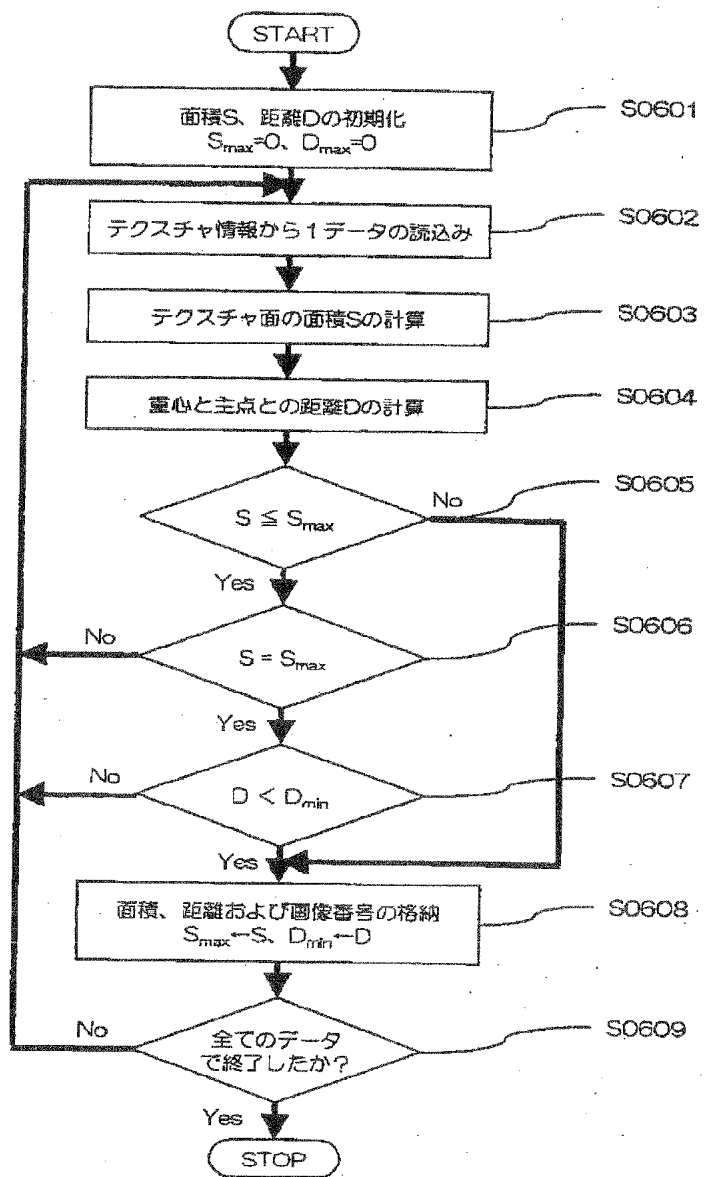


【図8】



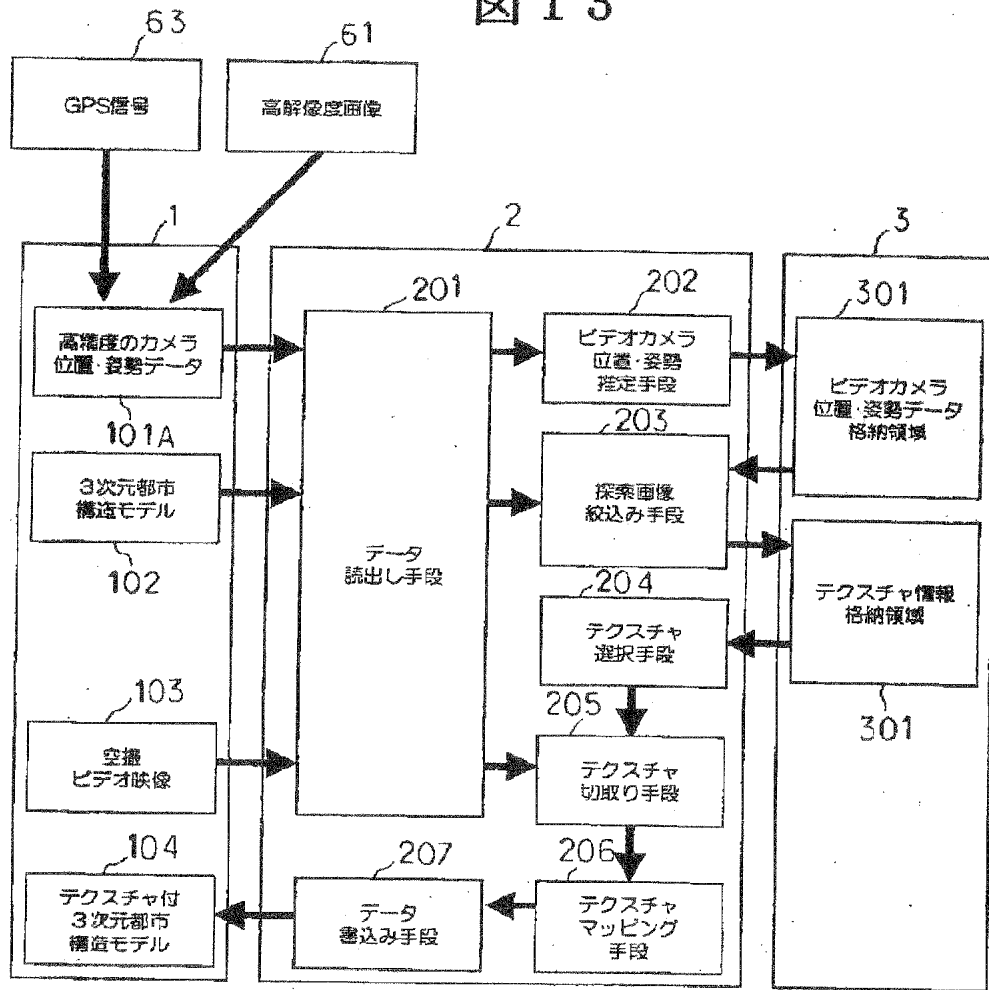
【図9】

図 9



【図13】

図 13



フロントページの続き

(72)発明者 長井 茂  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72)発明者 宮川 勲  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72)発明者 杉村 利明  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

Fターム(参考) 5B050 BA06 EA19  
5B080 AA13 DA06 GA22  
5C054 AA01 FD03 FF03 GB01 GB11  
GB15 GB16 HA05